



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

**CONHECIMENTO BÁSICO EM ECOLOGIA
E PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS
NO ENSINO DE CIÊNCIAS.**

Estudante: Vitor Hugo Moraes Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Flávio Murilo Pereira da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Antonio de Almeida Nobre Júnio



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

CONHECIMENTO BÁSICO EM ECOLOGIA E PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

*Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Banca Examinadora,
como exigência parcial para a
obtenção de título de Licenciado do
Curso de Ciências Naturais, da
Faculdade UnB Planaltina.*

Estudante: Vitor Hugo Moraes Cardoso

Orientador: Prof. Dr. Flávio Murilo Pereira da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Antonio de Almeida Nobre Júnior

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CV845c

Cardoso, Vitor Hugo Morais. Conhecimento Básico em Ecologia e práticas agroecológicas no ensino de ciências. / Vitor Hugo Morais Cardoso; Orientador: Flavio Murilo Pereira Costa; coorientador: Antonio de A. Nobre Jr. Brasília, 2018. 33 p.

Monografia (Graduação - Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, 2018.

1. Interdisciplinaridade . 2. Experimentos em Ciências . 3. Mandala . 4. Recursos Limitantes . I. Costa, Flavio Murilo Pereira, orient. II. Nobre Jr, Antonio de A., co-orient. III. Título.

DEDICATÓRIA

**Dedico este trabalho para a minha família,
aos meus mestres e professores,
e aos meus camaradas.**

**Obrigado a todos e todas,
vocês fazem parte do que sou
e do que pretendo ser.**

RESUMO

A interpretação dada à Ecologia de que ela é uma ciência em que sua fonte de estudo é a interação de todos os seres vivos no planeta, as relações naturais e a compreensão da ação humana com forma de transformação do meio ambiente em meios antropofizados. Esta compreensão deve ser passada aos estudantes para entenderem o seu papel com o mundo, além da própria dinâmica da natureza e as relações humanas. A Agroecologia é também uma ciência interdisciplinar que utiliza da observação dos processos naturais e aplica em suas práticas de atuação na agricultura. O estudo dos ecossistemas compreende as interações do solo-plantas-animais que é crucial para a manutenção e saúde de sistemas complexos e da biodiversidade. O ensino de Ciências Naturais tendo o foco da interdisciplinaridade, para que os estudantes possam compreender as inter-relações entre as campos do conhecimento científico e saberes populares, e assimilar conteúdos sobre os processos abióticos e bióticos, as práticas agroecológicas se apresentam como instrumentos capazes de construir experimentos para o ensino de Ciências Naturais aplicado a interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e a transdisciplinaridade. A proposta deste trabalho foi apresentar modelos de oficinas experimentais para o ensino de Ecologia no nível fundamental. Os experimentos abordam temas importantes como o crescimento e desenvolvimento vegetal, ciclos biogeoquímicos, os recursos limitantes e solos férteis. A proposta didático-pedagógico para o ensino fundamental de Ciências Naturais, no campo da Ecologia, apregoa a construção de laboratório interdisciplinar a céu aberto, por meio de uma pequena unidade demonstrativa de sistema agroecológico do modelo de horta escolar Mandala.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Experimentos em Ciências, Mandala, Recursos Limitantes

ABSTRACT

The interpretation given to Ecology that it is a science in which its source of study is the interaction of all living beings on the planet, natural relations and the understanding of human action with the transformation of the environment. This understanding must be passed on to students to understand their role with the world, beyond the very dynamics of nature and human relationships. Agroecology is also an interdisciplinary science that uses the observation of natural processes and applies in its agricultural practices. The study of ecosystems studies soil-plant-animal interactions that is crucial for the maintenance and health of complex systems and biodiversity. The teaching of natural sciences with the focus of interdisciplinarity, so that students can understand the interrelations between the fields of scientific knowledge and popular knowledge, and assimilate contents about the abiotic and biotic processes, the agroecological practices are presented as instruments capable of to construct experiments for the teaching of Natural Sciences applied to interdisciplinarity, multidisciplinary and transdisciplinarity. The proposal of this work was to present models of experimental workshops for the teaching of Ecology in elementary school. The experiments cover important topics such as plant growth and development, biogeochemical cycles, limiting resources and fertile soils. The didactic-pedagogical proposal for the basic teaching of Natural Sciences, in the field of Ecology, proclaims the construction of an open-air interdisciplinary laboratory, through a small demonstration unit of agro-ecological system of Mandala school garden model.

Keywords: Interdisciplinarity, Experiments in Sciences, Mandala, Limiting Resource

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	.....	p.10
1.1	Objetivo Geral	.....	p.11
1.2	Objetivos Específicos		
1.3	Justificativa	.....	p.11
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	.....	p.14
2.1	Solo	.....	p.14
2.2	Plantas	.....	p.14
2.3	Animais	.....	p.16
2.4	Mandala	.....	p.17
143	METODOLOGIA	.....	p.19
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	.....	p. 20
4.1	Oficinas, experimentos e resultados esperados	.....	p.20
4.2	Experimentos com recursos limitantes	.....	p.20
4.2.1	Experimento 1: feijão sem água	.....	p.21
4.2.2	Experimento 2: feijão sem solo fértil	.....	p.22
4.2.3	Experimento 3: terrário fechado	.....	p.23
4.2.4	Experimento 4: luz solar	.....	p.25
4.2.5	Experimento 5: temperatura baixa	.....	p.27
4.3	Horta mandala	.....	p.28

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	p.31
6	REFERENCIASBIBLIOGRAFICAS	p.32
	ANEXO	p.35

1 INTRODUÇÃO

A interpretação dada à Ecologia de que ela é uma ciência onde sua fonte de estudo é a interação de todos os seres vivos no planeta, suas relações naturais e a compreensão da ação humana como forma de transformação do meio ambiente natural em meios antropofizados, esta compreensão deve ser passada aos estudantes para entender seu papel com o mundo, além da própria dinâmica da natureza e as relações humanas.

A Agroecologia é uma ciência em movimento, interdisciplinar e utiliza a assimilação dos processos naturais, aplicando em suas práticas de atuação. Segundo Altieri (2004):

Ela utiliza os agroecossistemas como unidade de estudo, ultrapassando a visão unidimensional – genética, agronomia, edafologia – incluindo dimensões ecológicas, sociais e culturais. Uma abordagem agroecológica incentiva os pesquisadores a penetrar no conhecimento e nas técnicas dos agricultores e a desenvolver agroecossistemas com uma dependência mínima de insumos agroquímicos e energéticos externos. O objetivo é trabalhar com e alimentar sistemas agrícolas complexos onde as interações ecológicas e sinergismos entre os componentes biológicos criem, eles próprios, a fertilidade do solo, a produtividade e a proteção das culturas.

O manejo agroecológico abre a oportunidade da aplicação da transdisciplinaridade e da interdisciplinaridade, pois, agrega em si várias formas de saberes, podemos tratar de forma geral: a Botânica, Geologia, Ecologia, Zoologia, Sociologia e Saúde, entre outros temas que se relacionam e abrem espaço para mais professores atuarem em conjunto na construção do saber ecológico. A prática permite uma forma de aprendizado lúdica, que se materializa através do conhecimento adquirido, facilitando a assimilação e gerando memória imagética do conhecimento. Apresenta valores como a alimentação saudável, respeito à natureza, a forma como o trabalho humano se insere sobre o meio ambiente natural, no meio antropofizado e suas transformações isto é peça chave para ampliar este universo do conhecimento e aprendizado.

Segundo Pedreira e Silva (2014), identifica-se no ensino de ecologia, em sua forma mais convencional/tradicional, o livro didático como única ferramenta de ensino, pela fácil difusão desse mecanismo no ambiente escolar, porém, apresenta conceitos simplistas sobre a interação

dos ecossistemas, utilizando exemplos completamente distantes do dia-a-dia e fora da realidade dos estudantes, dificultando assim, a assimilação de ideias e conceitos na realidade do estudante. O não aprendizado ou a compreensão incompleta ou até errônea destes conceitos, demonstra a necessidade de ampliação dos conhecimentos do professor de Ciências Naturais, além da procura por métodos pedagógicos alternativos para o ensino de ecologia.

1.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de ensino básico em Ecologia para o ensino de ciências no ciclo fundamental ou primeiro ciclo, que possibilite uma abordagem interdisciplinar ou transdisciplinar, relacionando atividades práticas agroecológicas e suas relações lógicas na natureza, antevendo a teorização como método único de aprendizado.

1.2 Objetivos específicos

- Apresentar métodos alternativos para o ensino de Ciências;
- Planejar e construir oficinas experimentais que possibilitem a compreensão das ofertas e limitações relacionadas aos recursos vitais para o desenvolvimento da vida vegetal;
- Demonstrar o funcionamento de Agroecossistema, através da construção e implantação de sistemas de base agroecológica;
- Aproximando os estudantes com os elementos essenciais à vida, as formas e sistemas de produção e as relações de trabalho na produção de alimentos, estimulando o trabalho coletivo e o contato dos estudantes com a terra e suas conexões.

1.3 Justificativa

A transformação do meio natural e a da realidade social são as maiores edificações humanas.

As formas de trabalho e as ferramentas que utilizamos são resultado do nosso processo evolutivo. A transformação do meio ambiente é, portanto, fruto desse acúmulo histórico das

transformações e da nossa capacidade de realizar, construir e transmitir para as atuais e futuras gerações.

O fenômeno da urbanização, industrialização e modernização em larga escala geraram um meio ambiente natural desassociado. No dia-a-dia e no imaginário das pessoas, principalmente das crianças cidadinas, a imagem do meio natural e do campo se torna cada vez mais desconectada.

O ato de se alimentar acaba se adequando à era do tudo pronto. As novas gerações estão cada vez mais acostumadas com os sucos processados e comidas congeladas, sem conhecer o trabalho da natureza e humano da produção de alimentos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para as Ciências Naturais no nível Fundamental (Brasil, 1997) defende que o ensino deve ser apresentado numa perspectiva sistêmica de compreensão, pois os fenômenos naturais são em si articulados e interdependentes, o que gera a necessidade de apresentá-los de forma interdisciplinar e contextualizada para melhor assimilação do conhecimento:

“A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere à área de Ciências Naturais uma perspectiva interdisciplinar, pois abrange conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos. A opção do professor em organizar os seus planos de ensino segundo temas de trabalho e problemas para investigação facilita o tratamento interdisciplinar das Ciências Naturais. É uma prática que, nesta área, já vem se tornando frequente e é recomendável, pois permite a organização de conteúdos de modo flexível e compatível com os seus critérios de seleção.” (PCN, Ciências, Brasil, 1997)

Para o ensino fundamental, o PCN destaca o eixo temático - Tecnologia e Sociedade - e ainda, dois temas de relevância: (i) Vida e Ambiente; (ii) Ser Humano e Saúde.

O eixo Tecnologia e Sociedade ganha destaque devido ao momento atual de rápida inserção da tecnologia e completa dinamização dos meios e das formas de produção para aceleração do crescimento econômico, característica principal deste início de século XXI.

Segundo Paulo Freire (1996), é preciso sobretudo, desde o princípio da experiência formadora, que o formando assumas-se, também como sujeito da produção do saber; definitivamente, ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a produção ou construção.

O ato de ensinar, quando o objetivo é uma formação crítica e construtiva do conhecimento, deve-se aprofundar em práticas que façam pensar sobre as formas e leis da natureza e a nossa forma de trabalho em sociedade e como nosso trabalho está relacionado com a alteração do meio ambiente.

É necessário, portanto, que os modelos de ensino-aprendizagem dialoguem materialmente com o estudante, permitindo ao mesmo a capacidade tornar concreto em seu imaginário fenômenos complexos, por exemplo, fenômenos da natureza.

A Ecologia é uma ciência complexa e caso não seja bem apresentada, seus conceitos podem se tornar confusos ao educando, que necessita de alto nível de observação e materialização dos fenômenos. Caso isto, seja observado, é possível que os estudantes assimilem com mais facilidade as informações sobre tais processos complexos.

Para tal, no ensino de Ecologia, o professor das Ciências Naturais pode desenvolver experiências laboratoriais, utilizando outros espaços da escola para as atividades práticas.

A prática de cultivo de plantas e criação de animais, em policultivos ou em sistemas integrados com criação, como método didático-pedagógico, pode possibilitar ao professor trazer saberes milenares e hábitos culturais de povos regionais, conjuntamente com conhecimentos científicos vinculados à Ecologia e outras ciências.

Os métodos de base agroecológica permitem ao educador, o desenvolvimento de uma didática prática e inovadora para facilitar a assimilação de conceitos para o ensino de ciências entorno do eixo temático – Tecnologia e Sociedade – e das temáticas - Vida e Ambiente - e - Ser Humano e Saúde.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos itens do referencial teórico serão abordadas as relações solo-plantas-animais, além de um exemplo de sistema de produção Mandala.

2.1 Solo

O solo é um corpo tridimensional e é um sistema trifásico composto de fase sólida (areia, argila e silte), líquida (água) e gasosa (ar) formando um mosaico estrutural poroso. A parte sólida pode ser dividida em frações inorgânica: quartzo, feldspato, micas e outros compostos minerais. E, na fase orgânica encontram-se o húmus, complexos nitrogenados, ligninas e outros compostos orgânicos (GLIESSMAN, 2000).

A matéria orgânica do solo (MOS) é importante para o armazenamento da água e crucial para a capacidade de troca de cátions e ânions (CTC e CTA). Estas últimas, são propriedades do solo que garantem o armazenamento e disponibilidade de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Contudo, para que haja a nutrição vegetal é necessário que o estoque de nutrientes da fase sólida seja disponibilizado na solução do solo e absorvido pelas plantas (GLIESSMAN, 2000; VALADARES, 2015).

Solo rico em material orgânico é crucial para a qualidade da fertilidade, o que lhe confere certa capacidade de produção de biomassa (GLIESSMAN, 2000).

A ciclagem de nutrientes da matéria orgânica do solo, derivada da diversidade de vegetais e animais, depende da ação dos organismos decompositores, como as bactérias e fungos. A diversidade e a quantidade de MOS e dos organismos decompositores são fundamentais para o fluxo efetivo de energia, ciclagem de nutrientes e a manutenção dos ecossistemas

2.2 Plantas

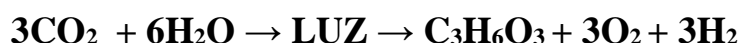
O fluxo de energia solar nos ecossistemas é algo complexo, dinâmico e capaz de atingir maior nível de qualidade quando a energia solar é transformada em biomassa vegetal. Da mesma maneira, níveis maiores de qualidade da energia disponível surgem com a transformação da energia ao longo das cadeias tróficas (ODUM et. al, 1997).

Para compreender o fluxo de energia nos sistemas vivos devemos começar pelo fato de

que o sistema ecológico é um sistema aberto; e, todos os seres vivos presentes nos níveis tróficos exercem funções extremamente importantes para a continuação do fluxo de energia e ciclagem dos materiais (ODUM et. al, 1997; ANGHINONI et al., 2013).

As plantas são organismos autotróficos, que produzem seu próprio alimento por meio da transformação da energia solar em energia bioquímica no processo de fotossíntese, sintetizando, a partir de compostos inorgânicos (luz, água, gás carbônico e nutrientes minerais), compostos orgânicos, principalmente carboidratos (AVANCINI e FAVARETTO, 1997).

A fotossíntese é realizada no interior das folhas verdes, nos cloroplastos. As folhas captam a luz solar e o dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. A molécula de água é transportada para as folhas pela transpiração das plantas, conjuntamente com os nutrientes absorvidos da solução do solo (Figura 1). A energia solar transformada nas reações de fotossíntese é armazenada nos produtos sintetizados como a sacarose e amido, também, na construção do corpo da planta. A equação balanceada da fotossíntese pode ser apresentada da seguinte forma (SANTOS, 2018):



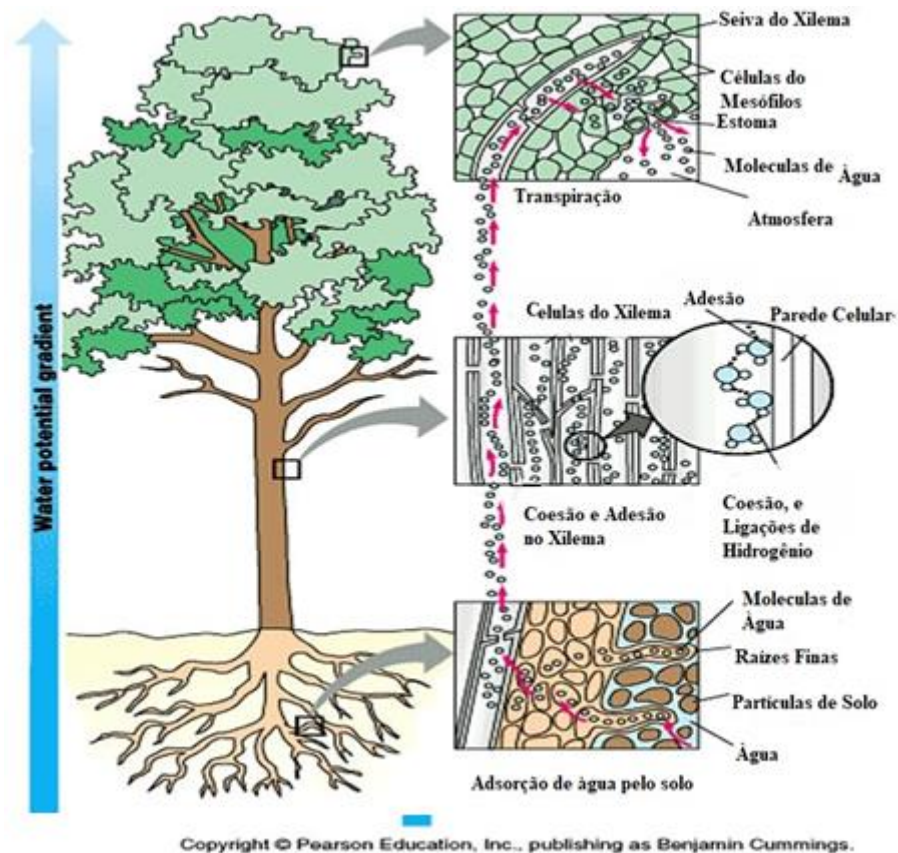
O corpo da planta pode ser dividido em duas partes: (i) subterrânea, aonde se encontram as raízes que absorvem a água (H₂O) e os nutrientes do solo necessários para o seu desenvolvimento (N, P, K Ca, Mg, S); e (ii) a parte aérea, constituída por caule e ramos.

A necessidade de recursos para o desenvolvimento vegetal (água, nutrientes, temperatura, luz solar). Estes recursos quando não abundantes, ou em quantidade mínima em determinado meio gera limite ao desenvolvimento, impedido o pleno funcionamento do sistema, tal fenômeno é explicado pela Lei do mínimo apresentada por Liebig: sob condições de estado constante, o nutriente presente em menor quantidade (concentração próxima à mínima necessária) tende a ter efeito limitante sobre a planta. (IB/USP, 2018)

A conquista da Terra pela diversidade de plantas foi crucial para o desenvolvimento da vida como a conhecemos. As estruturas vegetais variam conforme sua evolução: Briófitas; Pteridófitas; Gimnospermas e Angiospermas (AVANCINI e FAVARETTO, 1997).

A cobertura do solo provida pela vegetação é determinante para a captura e incorporação da energia solar para o desenvolvimento e a conservação dos ecossistemas, além de proteger o solo da erosão acelerada e garantir a ciclagem de nutrientes.

Figura 1 – Transpiração: transporte de água e nutrientes do solo para as folhas.



Fonte: Nota 10 (2018).

2.3 Animais

O reino animal ganha em diversidade e capacidade de alteração do meio terrestre. Contudo, sua conquista só foi possível por intermédio do reino vegetal, que fornece alimentação e habitat necessários para o crescimento animal. A relação entre os reinos é de coevolução em um processo que age de forma dialética. O reino animal permitiu ainda mais a expansão dos vegetais em escala global com a dispersão de sementes pelos animais, através das fezes ou trazidas por estes de alguma forma. Nesse processo de coevolução das espécies vegetais e animais, a diversidade genética pode aumentar quantitativamente (IB/USP, 2018).

Na classificação ecológica dos níveis tróficos, o reino vegetal está classificado em produtores. Os produtores são fornecedoras de energia e nutrientes (carboidratos e proteínas

básicas) para a manutenção metabólica dos animais. Os animais são classificados como consumidores. As plantas fornecem também diversos recursos para o auxílio das necessidades básicas dos animais: materiais para a construção de ninhos ou tocas; habitat e proteção da constante incidência dos raios solares. Os animais contribuem para com a fertilidade dos solos, a partir da deposição de seus dejetos (fezes e urina) e, também, na decomposição das carcaças; retornando ao solo diversos minerais unidos por ligações orgânicas complexas que liberarão nutrientes e darão origem à formação do húmus. O húmus compõe o material orgânico presente no solo, crucial para aumentar os níveis de fertilidade e ciclagem de nutrientes.

Todas as interações solo-plantas-animais são de vital importância para a vida como nós conhecemos.

2.4 Mandala

A Horta Mandala ganhou divulgação com o movimento da Permacultura, desenvolvido pelo ambientalista Bill Mollison, na Austrália, em 1970 (STRINGUETO apud ALMEIDA e FAVETTA, 2012),

Segundo Almeida e Faveta (2012), a horta Mandala possibilita um sistema de produção sustentável que visa à proteção ambiental, fornecendo um excelente modelo de Agrofloresta para crianças.

Trata-se de uma horta de forma circular, que permite um melhor fluxo de materiais por toda sua extensão, e uma irrigação mais eficiente que economiza água, pois não há evasão pelas laterais, algo muito comum nos plantios retilíneos (Figura 2); portanto, a forma circundante permite melhor armazenamento de água e material orgânico no sistema (ALMEIDA e FAVETTA, 2012). No centro da Mandala faz-se a criação de pequenos animais (Figura 2).

Na Horta Mandala utiliza-se a observação dos ecossistemas naturais para tentar recriar, em menor escala, um sistema de produção de vegetais e criação de animais; ou seja, conforme Gleissman (2000) e Altieri (2004), os agroecossistemas de base agroecológica apresentam com uma menor dependência de insumos externos e menor necessidade de interferência humana, comparados aos sistemas de produção agrícola convencionais.

Por suas características, a horta Mandala apresenta-se como uma boa ferramenta para o ensino de ciências, ao permitir atividades didáticas fora de sala de aula em ambiente aberto, promove o desenvolvimento de trabalhos coletivo em grupo, permite a aproximação dos

estudantes com a terra por meio de um modelo de sistema de produção. E, evidentemente, apresenta a possibilidade de abordagens temáticas como fluxo de energia, ciclagem de nutrientes, crescimento e desenvolvimento vegetal, inter-relações do sistema solo-plantas-animais, populações, comunidades, ecossistemas, biodiversidade, produção de alimentos com respeito às leis gerais dos ecossistemas, dentre outros temas ligados às ciências naturais e ambientais.

Ressalta-se, que essa técnica inovadora associada às novas práticas didático-pedagógicas permite ao educador desenvolver debates importantes também das ciências sociais, como o direito humano à alimentação segura e adequada (SHUTTER, 2012).

Com a Horta Mandala podemos aperfeiçoar a proposta do programa nacional - Horta na Escola -, criado e mantido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE (BRASIL, 2007); porque permite análise sobre o desenvolvimento e a adequação aos métodos agroecológicos, além de propiciar a observação da transformação do meio ambiente, com possibilidades de aplicação de diversos métodos para a apresentação do conhecimento interdisciplinar

3 METODOLOGIA

Neste trabalho, a metodologia aplicada consiste na leitura e análise de artigos científicos, trabalhos acadêmicos, manuais e materiais de experimentos para o ensino de ciências.

A análise resultou na seleção de materiais consultados que foram referenciados na bibliografia. Destes materiais selecionados verificou-se as informações, métodos e protocolos de experiências em laboratório, principalmente aquelas experiências que têm histórico de avaliação positiva pelos aplicadores (professores) e participantes (estudantes).

Para facilitar o desenvolvimento dos conhecimentos sobre Ecologia abordados no ensino fundamental, a presente proposta preconizou a realização de oficinas experimentais em laboratório, que foram selecionadas dos trabalhos sobre o ensino de ciências consultados; porém, foi preconizado uso de materiais de fácil obtenção, baixo custo e recicláveis.

Para a complementação da proposta pedagógica no ensino de ciências foi selecionada uma alternativa que permitisse em pequeno espaço a céu aberto, muitas vezes presentes nos ambientes escolares, a criação de um pequeno agroecossistema que permitisse aos educadores elaborar oficinas demonstrativas sobre as interações ecológicas, além de desenvolver o trabalho coletivo com os estudantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente proposta didático-pedagógica para o primeiro ciclo do Ensino Fundamental de Ciências Naturais valoriza o ensino experimental-lúdico como forma de aprendizado, resultando na seleção de cinco oficinas experimentais para serem realizadas em laboratório, utilizando-se materiais de fácil obtenção; além disto, foi proposta a instalação de área experimental demonstrativa a céu aberto construindo-se um espaço interdisciplinar numa horta escolar do tipo Mandala.

As oficinas e a área demonstrativa propostas possuem caráter de apresentar noções básicas sobre a Ecologia aos estudantes, principalmente: a necessidade de compreensão da origem dos recursos naturais advindos da energia solar; que o desenvolvimento das espécies está diretamente ligado à quantidade e qualidade dos recursos naturais disponíveis; que as diversas formas de vida desempenham papel crucial nos ecossistemas, que os sistemas vivos desenvolvem mecanismos para a conservação de energia e ciclagem de nutrientes; que a presença ou a extinção da população de uma determinada espécie altera o sistema e o leva a níveis energéticos e de sustentabilidade distintos.

4.1 Oficinas, experimentos e resultados esperados

As oficinas propostas possuem caráter de apresentar aos estudantes do primeiro ciclo do Ensino Fundamental, noções básicas sobre a Ecologia, a necessidade de compreensão da origem dos recursos advindos da energia Solar. Demonstrar que as formas de vida desempenham papel crucial neste ciclo de energia, porém não se comportam de forma ideal e, que a implementação ou retirada de uma determinada espécie leva a outros níveis energéticos, distintos do sistema anterior (ANGHINONI et al 2013). Demonstrar ainda, que o desenvolvimento das espécies e das populações está diretamente ligado à quantidade e a qualidade dos recursos disponíveis e, que o sistema desenvolve mecanismos para a conservação de energia e ciclagem de material.

4.2 Experimentos com recursos limitantes

O objetivo destes experimentos é demonstrar aos estudantes a necessidade da disponibilidade dos recursos naturais para o desenvolvimento vegetal: água, nutrientes, luz e temperatura, sempre por meio de experimentos simples e que podem ser feitos com materiais disponíveis de fácil acesso ou baixo custo, por exemplo, utilizam-se sementes de feijão carioca

(*Phaseolus vulgaris*), utensílios domésticos e materiais reutilizados.

4.2.1 Experimento 1: feijão sem água

Materiais:

- Sementes de Feijão (*Phaseolus vulgaris*);
- Algodão;
- Recipientes: copos ou frascos de vidros descartáveis;
- Água.

Método: Criar um processo de semeadura em algodão utilizando-se sementes de feijão, maços de algodão em recipientes. Umedecer o algodão, semeando as sementes logo em seguida e observar durante 3 a 4 dias, no mínimo. Após esse período, observar o rompimento da casca (tecidos de proteção, tegumentos externo e interno), o surgimento da radícula, que representa o crescimento do embrião. Em seguimento, verificar o limite de crescimento da plântula. Criar duas situações diferentes para que o estudante consiga comparar o desenvolvimento das plantas: 1) Tratamento testemunha sem água: semeadura em algodão sem água; 2) Tratamento com semeadura em algodão molhado e recipiente irrigado periodicamente.

Observar e acompanhar o comportamento dos feijões com e sem irrigação; medido o tamanho dos brotos nos recipientes que embrião se desenvolverá e, em seguida, o crescimento da plântula.

Objetivos e resultados esperados: Demonstrar aos estudantes que a água é um elemento crucial para a vida, para o crescimento e desenvolvimento do vegetal, sem o qual a semente não germinará (PIZELLI, 2013). A semente necessita absorver água para iniciar seu processo de germinação. E, o estudante deve observar que o crescimento inicial das plântulas está limitado às substâncias de reservas advindas da semente ou endosperma; ou seja, que para o pleno crescimento e desenvolvimento das plantas é necessária a presença de água e absorção de nutrientes dissolvidos na solução do solo.

Segundo Nunes (2018), o experimento em laboratório pode permitir que o estudante venha a abordar diversas situações, sendo importante que ele tente encontrar um “problema”

para que perguntas sejam geradas: Como as plantas crescem e desenvolvem? Elas respiram? Como elas se alimentam? Estas perguntas auxiliam no desenvolvimento da didática em sala de aula e representam o conteúdo teórico a ser abordado, posteriormente.

4.2.2 Experimento 2: feijão sem solo fértil

Materiais:

- Sementes de Feijão (*Phaseolus vulgaris*);
- Água;
- Recipientes: garrafa Pet ou vasos de, no mínimo, dois litros;
- Solo fértil;
- Areia lavada;
- Régua.

Método: Consiste criar duas condições, tratamento 1 (testemunha) e tratamento 2. Cada estudante desenvolverá dois recipientes preenchidos com solo fértil e areia lavada, semeando-se sementes de feijão nos dois recipientes; portanto, tratamento 1 - recipiente preenchido com areia (tratamento 1 – areia lavada); e, tratamento 2 - recipiente preenchido com solo fértil (tratamento 2 – solo fértil). Ambos os tratamentos serão irrigados periodicamente, por exemplo, a cada dois dias. Observar e acompanhar a germinação e o crescimento inicial das plântulas de feijão, medido o tamanho do crescimento das plântulas e, posteriormente o crescimento das plantas ao longo do tempo, se possível daquelas até completarem o ciclo.

Objetivos e resultados esperados: Demonstrar aos estudantes que o crescimento e desenvolvimento do vegetal, após a planta absorver água para iniciar seu processo de germinação e crescimento inicial, depende da fertilidade do solo. Demonstrar o papel do solo enquanto meio fornecedor de nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal. O estudante deve comparar as diferenças entre os tratamentos, o crescimento em tamanho e o desenvolvimento das plantas. Espera-se que os estudantes percebam que a falta de nutrientes é limitante para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

4.2.3 Experimento 3: terrário fechado

Materiais:

- Mudas de planta pequena cultivadas em sacolas plásticas;
- Recipiente de vidro transparente com boca larga e com tampa;
- Pedrinhas;
- Solo fértil;
- Água.

Método: O tratamento 1 do experimento é montado colocando-se certa quantidade de pedrinhas no fundo do recipiente de vidro. Em seguida, retira-se a sacola plástica da muda e coloca-se a planta sobre as pedras. Preencha o recipiente com certa quantidade de solo fértil para a fixação da muda. Procede-se a irrigação da muda transplantada no recipiente de vidro e fecha-se o mesmo e não abre-se novamente (Experimentoteca, 2018). Para o tratamento 2 segue-se o mesmo procedimento de montagem e irrigação do terrário, mas o recipiente permanece aberto. O tratamento 1 é, portanto, o terrário fechado; e, o tratamento 2 é o terrário aberto.

Objetivos e resultados esperados: No tratamento 1, observar o tempo em que a planta consegue sobreviver em ambiente fechado (Figura 3), sem adição ou recolocação de novos elementos. No tratamento 2, observar o tempo que o ambiente aberto (Figura 2) exigirá recolocação de novos elementos, como a água para a manutenção da planta.

No tratamento 1, experimento é apresentado como um miniecosistema que permite a demonstração de importantes ciclos cruciais para o desenvolvimento da vida, ou seja, no recipiente fechado ocorrerá os ciclos gasosos necessários para manter o sistema equilibrado, sendo que a água presente será vaporizada e condensada, permitindo ao estudantes discutir o ciclo da hidrológico em uma escala menor.

O experimento com terrário fechado e aberto poderia ser modificado, adicionando uma vela de aniversário acesa antes de fechar o terrário e observar o tempo para esgotar a chama. Evidentemente, que no terrário aberto a vela permaneceria acesa por mais tempo. Essa modificação permitiria trabalhar o ciclo dos gases atmosféricos carbono e oxigênio, aumentando

a complexidade das discussões sem aumento sensível de custo experimental.

Muitas outras modificações poderiam ser implementadas em experimentos com terrários, como a adição de gás carbono por intermédio da água de irrigação para demonstrar o efeito da concentração na taxa de fotossíntese; porém, experimentos simples e acessíveis não foram encontrados na literatura para o ensino fundamental de ciências naturais.

Figura 2 – Terrário aberto



Fonte: Experimentoteca (2018)

Figura 3– Terrário fechado



Fonte: Experimentoteca (2018)

4.2.4 Experimento 4: luz solar:

Materiais:

- Sementes de Feijão (*Phaseolus vulgaris*)

- Água
- Garrafas Pets ou frascos de vidro;
- Solo fértil;
- Caixa de Papelão (sapatos);
- Canetão;
- Estilete ou tesoura.

Método: Apresentado por Nunes (2018) em seu artigo consiste em produzir uma caixa fechada de papelão, com apenas uma abertura circular na lateral superior da caixa, que pode ser marcada com o canetão e cortada com tesoura ou estilete, para a entrada da luz solar dentro da caixa. A caixa é dividida em quatro andares com três (3) pedaços de papelão, nestes pedaços é feito um corte circular e disposto de forma alterna na caixa, se um buraco acima do primeiro nível está à direita o próximo estará à esquerda. Com o passar do tempo a planta cresce em direção da luz e fica nítido seu crescimento em direção da luz, chamado fototropismo (Figura 4).

Objetivos e resultados esperados: Demonstrar aos estudantes que as plantas necessitam de luz para crescer e desenvolver realizando fotossíntese; também, o efeito do fototropismo. Trabalhar questões da importância da energia solar no crescimento vegetal e a sensibilidade das plantas a luz e seus hormônios de crescimento as auxinas fotossensíveis.

Figura 4 – Etapas do experimento fototropismo



Fonte: Nunes (2018)

4.2.5 Experimento 5: temperatura baixa:

Materiais:

- Sementes pré-germinadas de feijão;
- Geladeira

Método: Colocar sementes pré-germiandas de feijão na geladeira, numa temperatura variante entre 2°C a 4°C durante alguns dias, analisar o e crescimento nestas condições de temperatura, comparando com as sementes pré-germinadas deixadas fora da geladeira. Após certo tempo, os resultados serão discutidos em sala de aula.

Objetivos e resultados esperados: O experimento suscita questões sobre a temperatura ideal para o crescimento vegetal. As plantas de feijão têm seu melhor desempenho de germinação na temperatura de 25°C, e apresenta decréscimo germinativo aos 30°C e, por outro lado, em 10°C ou em temperaturas menores nenhuma planta germina (DUTRA et al.; 2006). A discussão em sala de aula será sobre a importância da temperatura para o desenvolvimento vegetal.

4.3 Horta Mandala

Os Parâmetros Curriculares Nacional de Ciências Naturais define como objetivos do programa: desenvolver competências que permitam que o aluno compreenda o mundo e possa atuar como indivíduo e cidadão utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica

(BRASIL, 1998, p.32).

Segundo Guimarães (2014):

Estamos definindo o pensamento científico como uma postura crítica e reflexiva diante dos fatos, da realidade ou do mundo, o domínio de conteúdos atitudinais e procedimentos relacionados aos conhecimentos científicos... É uma maneira de colocar diante de fatos, fenômenos e eventos com uma postura questionadora. O pensamento científico implica compreender como a ciência foi construída... Por seu caráter inovador, multidisciplinar e multifacetário, a agroecologia se mostra como tema rico para o ensino de Ciências em uma abordagem investigativa por pedagogia de projetos, estabelecendo outro olhar sobre o ensino de ciências.

Esta proposta de horta escolar tem como objetivo trazer o conhecimento científico e o tradicional popular para o dia-a-dia dos estudantes. Os produtos a serem cultivados são comumente plantados numa horta orgânica (Anexo).

A horta escolar Mandala a ser instalada pode ser considerada como uma Unidade Demonstrativa, onde permite aos participantes usarem novas tecnologias de produção agrícola mais sustentável e sadia, numa escala menor (OLIVEIRA E OLIVEIRA, 2010); além de ser um espaço experimental multidisciplinar.

A Mandala proposta será construída com a forma circular (GLOBO, 2017), em local plano, com área de pelo menos 100 m^2 ($10\text{m} \times 10\text{m}$). A partir do centro da área, traçasse um raio de 2,5 metros para demarcar o espaço para a criação de pequenos animais (galinhas, peixes, patos). Em seguida, traçasse um raio de 3,5m para demarcar o local do primeiro anel de canteiros e, em seguida traçasse um raio de 4,5 metros para demarcar o final do primeiro canteiro; portanto, cada canteiro terá um metro de largura. A horta terá três canteiros (Figura 5). Cada canteiro com 1 metro de largura e área de circulação de 0,5m entre os canteiros (LIZ, 2006).

Considerando o centro do primeiro canteiro, terá um raio de 4m e pode-se calcular a sua circunferência de 25,12m; o centro do segundo canteiro estará no raio de 5,5m e sua circunferência será de 34,54m; e, o terceiro canteiro terá o seu centro no raio de 7m e a sua circunferência de 43,93m; portanto, a soma das áreas dos canteiros totaliza 103,66 metros

quadrados; porém, devido a necessidade de facilitar o acesso em toda a Mandala, os anéis de canteiros serão subdivididos em quatro quadrantes por corredores de 1m de largura; portanto, estima-se que a área total de efetivo plantio em 92 m² de canteiros. Para bem cuidar desta área de canteiro da Mandala seria importante ter um trabalhador dedicando pelo menos 4 horas¹ por dia seria mais que suficiente (PEREIRA e PEREIRA, 2016).

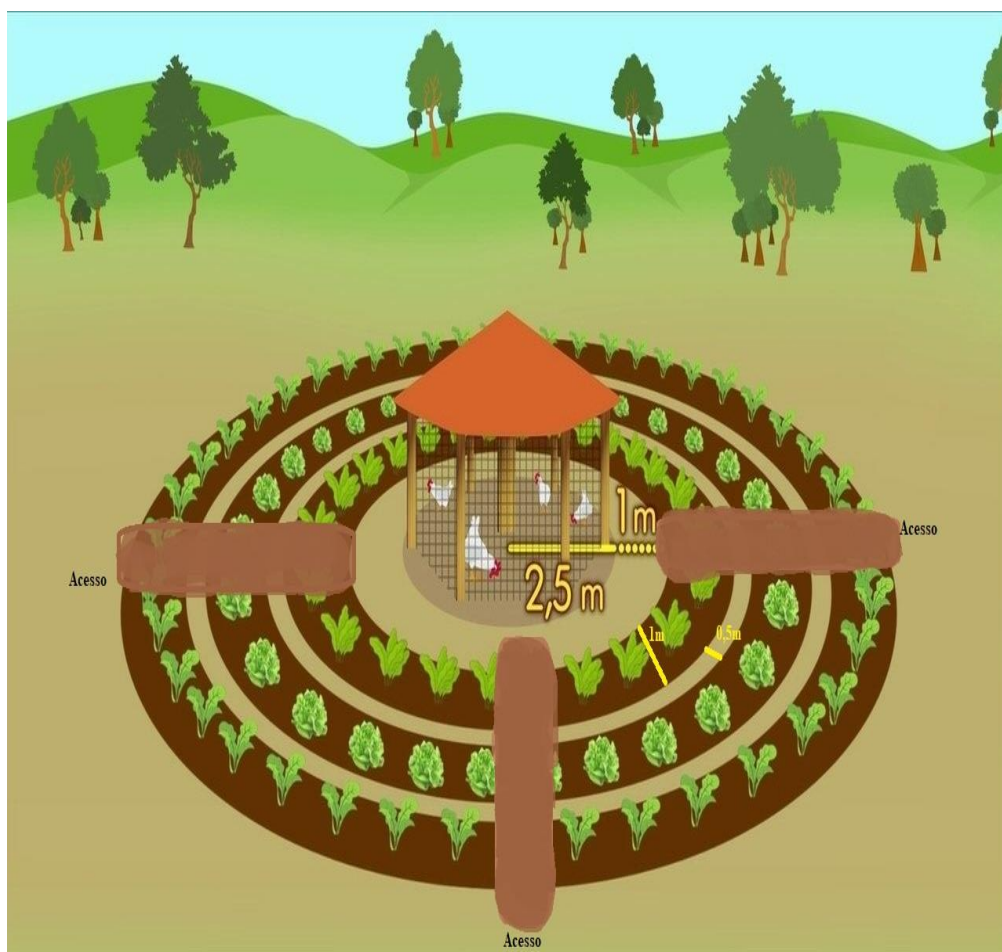
Toda horta depende de água para irrigação. A água deve ser muito bem gerenciada devido à crise hídrica. Deve-se evitar o uso de água potável da escola, fornecida pelo sistema de abastecimento público; preferencialmente pode-se usar água de corpo d'água próximo, ou de cisterna escavada, ou poço tubular profundo; e, também, deve-se providenciar a captação da água de chuva. O sistema de irrigação pode ser feito com o uso de regadores ou mangueiras, inicialmente, todavia, o uso consciente e qualitativo da água apregoa sistemas de irrigação localizada, como sistema de gotejamento por gravidade (EMBRAPA, 2015), podendo ser o bombeamento realizado com o uso de energia solar, com tecnologia fotovoltaica para acesso a água (OLIVEIRA et al.; 2018), também com irrigador solar (MELO, 2016).

A horta necessita de ferramentas básicas (enxada, enxadão, sacho, rastelo, mangueiras, regadores) e instalações (pequena estufa para produção e estocagem de mudas, área para compostagem de resíduos orgânicos), cercamento entre outras infraestruturas.

A horta tem o objetivo de trabalhar com produtos do cotidiano dos estudantes, plantas medicinais (CORTEZ et al, 2015), apresentar outros alimentos não convencionais cujas propriedades muitas vezes desconhecida (BRASIL, 2010) e produtos do bioma Cerrado; por exemplo, no primeiro e segundo anéis, mais próximos do centro, pode-se cultivar plantas medicinais não-arbóreas (boldo, babosa, chá-verde) e hortaliças não convencionais (capuchinha, cururu, peixinho). E, no terceiro anel hortaliças mais conhecidas. Entorno da Mandala faz-se quebra-vento com plantas de maior porte (bananeiras, Jatobá, Sucupira).

¹ Cada hectare de horta emprega de 3 a 6 pessoas. Considerando 6 empregos por hectare, e 8 horas de trabalho por dia, e 100 m² de horta Mandala, teremos: $x = 48 \text{ homem/dia} * 100/1000 = 0,48 \text{ homem/dia}$; portanto, 1 trabalhador por meio dia de trabalho dedicado à horta Mandala.

Figura 5 – Horta Mandala



Fonte: Modificado de Globo – G1 (2017)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interdisciplinaridade é um constante desafio, necessita de abordagens diferenciadas, métodos distintos e a participação do corpo docente de diversas áreas do conhecimento, para que haja de fato a consolidação da construção do saber.

O ensino de Ciências Naturais deve utilizar metodologias de diversas disciplinas para permitir aos estudantes a assimilação de conteúdos complexos sobre os sistemas ecológicos inter-relacionados com a influência humana.

O conhecimento teórico sobre o ensino de Ecologia deve ser apresentado de forma lúdica, por meio de experimentos em laboratório que permitem a observação, análise e problematização dos fenômenos naturais simulados, haja vista que esta prática tem sido avaliada positivamente pelos educandos e educadores do ensino fundamental.

Neste cenário, o ensino de Ecologia pode ser desenvolvido também em laboratório experimental a céu aberto, utilizando pequenas áreas disponíveis nas escolas para implantar horta agroecológica (Mandala), que fundamentalmente torna-se um espaço de convivência e ensino-aprendizagem interdisciplinar.

Neste trabalho apresentam-se propostas de atividades experimentais lúdicas para o ensino de Ciências Naturais, com similaridades a outros trabalhos desenvolvidos e aplicados ao ensino de Ecologia; mas, as práticas foram adaptadas ao ensino fundamental, utilizando-se materiais de fácil acesso e preconizando número reduzido de tratamentos para facilitar a observação, análise e síntese do conhecimento teórico por parte o estudante-experimentador-iniciante.

Finalmente, considero o estímulo à criação de uma plataforma pública para a divulgação de experimentos para o ensino de ciências na internet, ter mais atenção a estes métodos e ao estudo sobre a Ciência de base agroecológica, por permitir levar para dentro da escola uma didática que trabalha com a observação dos fenômenos naturais de forma interdisciplinar, sendo necessário mais estudos sobre esta relação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, V. J.; FAVETTA, L. R. **A Horta Mandala na Agrofloresta Sucessional: Uma Aliada na Restauração Ambiental**. Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental, v. 28, FURG-RS, 2012.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**, 5ª Ed, Editora UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. **Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de proteção agrícola e pecuária no subtrópico brasileiro**, ResearchGate, 2013
- AVANCINI, E. de B.; FAVARETTO, J. A. **Biologia: uma abordagem evolutiva e ecológica**, v. 3, 1ª Ed, Editora Moderna, São Paulo, 1997.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Hortaliças não convencionais. Brasília: MAPA, 2010. 52 p.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **A horta escolar dinamizando o currículo da escola**. Brasília: FNDE, 2007. (Caderno 1).
- CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R.; SANTOS, L. L.; VERMELHO, S. C. S. **Horta medicinal escolar Mandala: integração entre o conhecimento popular e o científico**. Revista Educação Popular, v.14, p. 145-160, Uberlândia/MG, 2015.
- DUTRA, L..M. C.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L.; LUDWING, M. P.; ZABOT, L. **Temperaturas e níveis de qualidade fisiológica no crescimento inicial de plântulas de cultivares de feijão**. Laboratório Didático e de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Santa Maria – RS, UFSM, p 1 – 18, 2006.
- EMBRAPA. **Sistema de gotejamento por gravidade para irrigação de hortas**. Instruções técnicas da Embrapa Semiárido nº 122, Petrolina, 2015.
- EXPERIMENTOTECA. **Experimento: terrário fechado (Miniecossistema)** Disponível em: <http://experimentoteca.com/biologia/experimento-terrario-fechado-mini-ecossistema/> Acesso em 27 de junho de 2018.
- FREIRE, Paulo. **A pedagogia da autonomia**, Paz e Terra, 1ª Ed, p 144, 1996.
- INSTITUTO DE BIOLOGIA. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Fatores Limitantes**. Disponível em <http://www.ib.usp.br/ecologia/fatores_limitantes_print.htm>. Acesso em 26 de junho de 2018.
- INSTITUTO DE BIOLOGIA. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Coevolução**. São Paulo: USP Disponível em: <http://www.ib.usp.br/evosite/evo101/IIIFCoevolution.shtml> / Acesso em 27 de junho de 2018.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto

- Alegre: Ed. Universidade/UFRGS. 654 p, 2000.
- GLOBO. G1 **Produção integrada horta galinheiro aumenta a renda de agricultores no RJ**, Globo, 2017 (vídeo) Disponível: <http://g1.globo.com/economia/videos/t/agronegocio/v/producao-integrada-com-horta-e-galinheiro-aumenta-a-renda-de-agricultores-no-rj/5577708/> Acesso em 27 de Junho de 2018.
- GUIMARÃES, E. M. **Princípios da pedagogia de projetos para o ensino da agroecologia: contribuições para um novo olhar sobre o ensino de ciências**. Ciência, Tecnologia e Sociedades (CTS) para a construção da Agroecologia. Planaltina/DF UnB, p.25-31, 2014.
- LIZ, R. S. **Etapas para o planejamento e implantação de horta urbana**. Embrapa: Brasília-DF, 2006. 12 p. (Comunicado Técnico 39).
- MELO, W. L. de B. **Irigador solar: instruções de montagem e de funcionamento**. Embrapa: São Carlos, 2016. 22p. (Documentos 58). Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151258/1/DOC58-2016-1.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2018.
- NOTA 10 NO VESTIBULAR. **Coesão e Adesão na água**, Tradução Livre, 2018 (blog).
- NUNES, T.; **Feijão no algodão: o que podemos ensinar?** Disponível em: <http://pontobiologia.com.br/feijao-algodao-podemos-ensinar/>. Acesso em 26 de junho de 2018
- ODUM, H. T.; ODUM, E. C.; BROWN, M. T.; LAHART, D.; BERSOK, C.; SENDZIMIR, J.; GRAEME, B. S.; NIKKI, D. S.; **Ecossistemas e Políticas Públicas**, UNICAMP, Campinas- SP, 1997. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/eco/index.htm> Acesso em 27 de junho de 2017.
- OLIVEIRA, M. G. de C.; OLIVEIRA, L. F. C de. **A utilização de unidades demonstrativas para a transferências de tecnologia**. Embrapa: CNPAF, 2010. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880808/1/adocao.pdf>. Acesso em 27 de junho de 2018
- OLIVEIRA, E. N. C. da S.; LIRA, M. A. T.; MORAES, A. M. de M. **Sistemas fotovoltaicos de bombeamento na agricultura familiar piauiense**. In: VII Congresso Brasileiro de Energia Solar – Gramado, 17 a 20 de abril de 2018. 8p. Disponível em <http://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/viewFile/225/225>. Acesso em 03 de julho de 2018.
- PEDREIRA, A. J.; SILVA, D. M. S. **A Abordagem da Ecologia nos Livros didáticos de Ciências no Ensino Fundamental**, UnB, p. 49-55, 2014.
- PEREIRA, I. G.; PEREIRA, M. T. **Olericultura**. Brasília: NT, 2016. 23p. Disponível em <https://avant.grupont.com.br/dirVirtualLMS/arquivos/texto/48aad08f9e197cb2051139d42ff34e69.pdf>. Acesso em 30 junho de 2018.

PIZELLI, M. M. Y. **É possível geminação sem água?** Disponível em:

<http://www.cdcc.usp.br/maomassa/mostras/2013/Trabalho%20pdf/possivel%20a%20germinacao%20sem%20agua.pdf> Acesso em 27 de junho de 2018.

SANTOS, V. S. dos. **Fotossíntese.** Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/fotossintese.htm>>. Acesso em 26 de junho de 2018.

SHUTTER, OLIVER. **Agroecologia e o direito humano à alimentação adequada.** Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional – CAISAN, 2012. 32p. (Caderno SISAN 01/2012)

VALADARES, A. P. **CTC do Solo.** Instituto Agronômico de Campinas. Departamento de Pós Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical. Campinas-SP. p 1 – 7. 2015.

ANEXO

Tabela 1. Relação das espécies sugeridas para a Mandala (ordem alfabética)

Nome Popular	Nome Científico	Família	Nº Indivíduos
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae	8
Alface	<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	30
Alho	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae	8
Babosa	<i>Aloe vera</i>	Liliaáceas	8
Banana	<i>Musa spp</i>	Musaceae	20
Boldo	<i>Plectranthus barbatus</i>	Lamiaceae	2
Chá-Verde	<i>Cammeliasinensis</i>	Theaceae	4
Coentro	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiaceae	8
Jatobá	<i>Hymenaea courbari</i>	Leguminosae	4
Mamão	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	8
Manga	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	1
Sucupira	<i>Pterodon emarginatus</i>	Leguminosae	1
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae	8